

Technologiebezogene Professionalisierung in einem Astrophysik-Seminar

Zusammenfassung

Im Rahmen der Digitalisierung ist in universitären Lehrveranstaltungen auch die Förderung von fachspezifischen digitalen Kompetenzen zu leisten. Für diese Herausforderung wurde ein neues Konzept für ein Physik-Seminar entwickelt, das hier vorgestellt wird. Im Fokus stehen das Lehren und Lernen astrophysikalischer Grundlagen mit digitalen Werkzeugen, sodass neben dem Fachwissen auch das technologische und pädagogische Wissen der Lehramtsstudierenden adressiert werden. Das Konzept wurde mit 20 Masterstudierenden erprobt und die Wirksamkeit theoriegeleitet in einem Mixed Methods Ansatz untersucht. Ausgewählte Ergebnisse werden vorgestellt. Der retrospektive Prä-Post-Vergleich zeigt einen Zuwachs im technologiebezogenen Professionswissen und aus Interviews mit Teilnehmenden geht hervor, dass im Seminar digitale Kompetenzen gefordert und gefördert wurden.

Hintergrund

Die universitäre Lehrer:innenbildung soll wesentlich zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte beitragen. Im 21. Jahrhundert zählt hierzu explizit die Förderung von Kompetenzen im Bereich des Lehrens und Lernens mit digitalen Medien (KMK, 2019), denn ihre Expertise in diesem Bereich ist für das Gelingen von digitalgestütztem Unterricht zentral (Hillmayr, Reinhold, Ziernwald & Reiss, 2017). Zur Operationalisierung der relevanten Kompetenzen bestehen mehrere Ansätze. Mishra und Koehler (2006) erweitern den ursprünglichen Ansatz des *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) (Shulman, 1986) zur Beschreibung des Lehrprofessionswissens, indem sie das *Technological Knowledge* (TK), das Wissen über Technologien, integrieren. Ihr Modell des *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) charakterisiert zeitgemäß die Fähigkeiten einer Lehrkraft, die für das effektive Lehren mit Technologien bedeutsam sind (Koehler & Mishra, 2009). Das technologiebezogene Professionswissen wird hier durch die genannten Wissensbereiche TK und TPACK sowie das *Technological Content Knowledge* (TCK) und *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) dargestellt. Letztere umfassen das Wissen über die Verbindung zwischen Technologie und Fachinhalt (TCK) bzw. den lernförderlichen Einfluss von Technologien auf eine Lehr-Lern-Situation (ebd.). Hinsichtlich digitaler Kompetenzen legen Studienergebnisse nahe, dass Lehramtsstudierende der Generation *Digital Natives* nicht automatisch als digital-affin bezeichnet werden können (Persike & Friedrich, 2016; Schmid et al., 2017). Sie berichten zudem nur von geringen lernbezogenen Vorerfahrungen mit digitalen Medien während der eigenen Schul- und Universitätszeit (Vogelsang, Finger, Laumann & Thyssen, 2019). Hier droht demnach ein Teufelskreis aus mangelnden digitalen Kompetenzen zwischen Schüler:innen, Lehramtsstudierenden, Lehrkräften und wieder Schüler:innen (vgl. Kammerl & Ostermann, 2010), den es durch gezielte Kompetenzförderung im Lehramtsstudium zu durchbrechen gilt.

Methode

Vor diesem Hintergrund wurde theoriegeleitet ein neues Seminarkonzept entwickelt, das die Förderung digitaler Kompetenzen im Physik-Lehramt zum Ziel hat. Während des Lernens und Lehrens astrophysikalischer Grundlagen mit digitalen Werkzeugen wird hier eine enge Verknüpfung von Fachinhalt (CK), Technologie (TK) und pädagogischer Praxis (PK) hergestellt (Koehler & Mishra, 2005). Die Wirksamkeit des neuen Konzepts wurde in einem Mixed Methods Ansatz mit Fragebögen und leitfadengestützten Interviews untersucht. Als Teil des Forschungsinteresses wurde u.a. folgender Frage nachgegangen:

Wie verändert sich die Selbsteinschätzung der Studierenden zu den technologiebezogenen TPACK-Komponenten im Laufe der Lehrveranstaltung?

Hierfür wurden sechsstufige Likert-Skalen zum TK (7 Items, $\alpha = .87$), TCK (1 Item), TPK (5 Items, $\alpha = .70$) und TPACK (5 Items, $\alpha = .86$) (Endberg, 2019; Schmidt et al., 2009) in einem retrospektiven Prä-Post-Design eingesetzt – jeweils in der siebten (Midtest) und dreizehnten Woche (Posttest) der 13-wöchigen Intervention (Langendorf, Schneider, Hessman, eingereicht). Die Interviews erfolgten eine Woche nach dem Posttest und wurden durch eine qualitative Inhaltsanalyse mit einem deduktiv-induktiven Ansatz für die Evaluation von Lehrveranstaltungen ausgewertet (Mayring, 2019).

Intervention

Das vorlesungsbegleitende Seminar zur „Einführung in die Astrophysik (Lehramt)“ hat einen Umfang von zwei Semesterwochenstunden und umfasst die üblichen Hausaufgaben sowie Präsenzaufgaben, die während des Seminars bearbeitet werden. Die obligatorische Lehrveranstaltung richtet sich an Physikstudierende im Master of Education (M.Ed.). Das neue Konzept besteht in erster Linie aus (i) fachinhaltlichen Bausteinen, in denen das *Lernen* von Astrophysik mit digitalen Werkzeugen im Vordergrund steht. Hier setzen die Studierenden z.B. Simulationen oder Tabellenkalkulationsprogramme im Selbstlernprozess ein, wobei insbesondere fachspezifischere digitale Basiskompetenzen (vgl. Becker, Meßinger-Koppelt & Thyssen, 2020) adressiert werden (Langendorf, Merker, Hessman & Schneider, 2021). Darüber hinaus besteht es aus (ii) fachdidaktischen Bausteinen, in denen das digitalgestützte *Lehren* von Astrophysik fokussiert wird (Langendorf et al., eingereicht). Hier werden Theorie und Praxis eng verknüpft, indem die Studierenden eine digitalgestützte Lehr-Lern-Einheit in Astrophysik planen, in einem Lehr-Lern-Labor durchführen und abschließend theoriegeleitet reflektieren. Als fachdidaktische Grundlage dienen Kurzvorträge (je 5-10 Minuten), die in den ersten fünf Sitzungen folgende Schwerpunkte aufgreifen:

- Erkenntnisgewinnung in der Astrophysik und die Rolle von digitalen Werkzeugen
- Simulationen in Forschung und Bildung
- Digitalgestützten Physikunterricht planen
- Instruktionale Unterstützung beim simulationsbasierter Lernen
- Gestaltungsprinzipien und Gelingensbedingungen für den Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lern-Prozessen

Anschließend wird jeder Schwerpunkt für eine aktive und selbstständige Auseinandersetzung seitens der Studierenden in einer Präsenzaufgabe aufgegriffen und mit dem astrophysikalischen Inhalt sowie einem digitalen Werkzeug verknüpft (vgl. Langendorf et al., 2021). Die Planung der Lehr-Lern-Einheit ist Teil der Hausaufgaben und wird durch ausführliches Feedback der Seminarleitung begleitet. Diese setzt sich aus je einer/ einem Tutor:in aus der Astrophysik und Physikdidaktik zusammen.

Stichprobe

Die Pilotierung erfolgte im Wintersemester 2020/2021 als synchrone online-Lehrveranstaltung an der Universität Göttingen. Es nahmen 20 Studierende (4 weiblich, 16 männlich) teil, die sich durchschnittlich im zweiten Semester des M.Ed. mit Fach Physik befanden.

Ausgewählte Ergebnisse

Die Studierenden schätzen ihren TPACK-Wissensbereich im Midtest retrospektiv für den Zeitpunkt vor der Intervention als eher gering ($M = 3.10$, $SD = 0.88$) und zur Hälfte der Intervention als eher hoch ein ($M = 3.88$, $SD = 0.59$) (von *1 – trifft überhaupt nicht zu* bis *6 – trifft voll und ganz zu*). Im Posttest ist die retrospektive TPACK-Selbsteinschätzung für den Zeitpunkt vor der Intervention ebenfalls gering ($M = 3.36$, $SD = 0.90$) und die Studierenden schätzen diesen Wissensbereich nach der Intervention als hoch ein ($M = 4.58$, $SD = 0.45$). Die erhobenen Daten der Pilotierung wurden mit einem gepaarten t-Test ausgewertet. Der retrospektive Prä-Mid-Vergleich zeigt, dass die Studierenden ihr Professionswissen im Bereich TPACK nach den ersten sieben Wochen mit großem Effekt signifikant höher einschätzen ($t(11) = 5.42$, $p < .01$, $d = 1.57$). Aus dem retrospektiven Prä-Post-Vergleich geht zudem hervor, dass die Studierenden ihr TPACK-Professionswissen nach der Veranstaltung als signifikant höher einschätzen, ebenfalls mit großem Effekt ($t(15) = 6.21$, $p < .001$, $d = 1.92$). Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch für die weiteren Skalen TCK, TPK und TK zum technologiebezogenen Professionswissen (Langendorf et al., eingereicht).

Fazit und Ausblick

Die Selbsteinschätzung des technologiebezogenen Professionswissens wird im Laufe der Lehrveranstaltung zunehmend höher. Die Studierenden berichten zudem in weiteren Datenerhebungen davon, dass im Seminar fachspezifischere und allgemeinere digitale Kompetenzen adressiert wurden. Für die Studierenden lag eine Stärke der Lehrveranstaltung darin, ihre eigenen Kompetenzen als angehende Lehrkraft zu erweitern. Insgesamt ist es daher nageliegend, den wahrgenommenen technologiebezogenen Kompetenzzuwachs auf die Intervention zurückzuführen. Die Studierenden waren mit der Lehrveranstaltung zufrieden und nahmen den Praxis- und Technologiebezug sowie die fachdidaktischen Bausteine als positiv wahr (Langendorf et al., eingereicht). Das Seminarkonzept wird aufbauend auf weiteren Ergebnissen der Wirksamkeitsstudie überarbeitet und implementiert. Im Wintersemester 2021/2022 wird dessen Wirksamkeit erneut untersucht.

Literatur

- Becker, S., Meßinger-Koppelt, J. & Thyssen, C. (2020). Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften. Hamburg: Joachim Herz Stiftung.
- Endberg, M. (2019). Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: eine Untersuchung auf Basis einer repräsentativen Lehrerbefragung. Waxmann Verlag.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017). Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit. Münster: Waxmann.
- Kammerl, R. & Ostermann, S. (2010). Medienbildung – (k)ein Unterrichtsfach? Eine Expertise zum Stellenwert der Medienkompetenzförderung in Schulen. Hamburg: Medienanstalt Hamburg/Schleswig-Holstein.
- KMK (2019). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of computing in teacher education*, 21(3), 94-102.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Langendorf, R., Merker, S., Hessman, F. & Schneider, S. (2021). Simulationsbasiertes Lernen im Astrophysik-Tutorium am Beispiel Schwarzkörper und Sternspektren. *PhyDid B - Didaktik der Physik – Beiträge zur virtuellen DPG-Frühjahrstagung*.
- Langendorf, R., Schneider, S. & Hessman, F. V. (eingereicht). Learning and teaching astronomy with digital tools promotes physics student teachers' digital competencies. Zur Veröffentlichung eingereichtes Manuskript.
- Mayring, P. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse – Abgrenzungen, Spielarten, Weiterentwicklungen. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, 20(3), 1-15.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- Persike, M. & Friedrich, J.-D. (2016). Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung.
- Schmid, U., Goertz, L., Radomski, S., Thom, S. & Behrens, J. (2017). Monitor Digitale Bildung: Die Hochschulen im digitalen Zeitalter. Bertelsmann Stiftung.
- Schmidt, D.A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. & Shin, T.S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK). The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 1-23.
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierung als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *ZfDN*, 25(1), 115-129.